



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0043860
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 06월 30일
Date of Application JUN 30, 2003

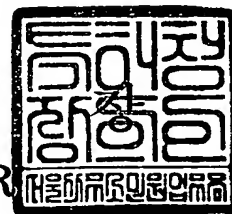
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.



2003 년 10 월 22 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
 【권리구분】 특허
 【수신처】 특허청장
 【참조번호】 0005
 【제출일자】 2003.06.30
 【발명의 명칭】 금속 배선의 형성 방법
 【발명의 영문명칭】 method for manufacturing metal line
 【출원인】
 【명칭】 주식회사 하이닉스반도체
 【출원인코드】 1-1998-004569-8
 【대리인】
 【성명】 강성배
 【대리인코드】 9-1999-000101-3
 【포괄위임등록번호】 1999-024436-4
 【발명자】
 【성명의 국문표기】 김태경
 【성명의 영문표기】 KIM, Tae Kyung
 【주민등록번호】 710503-1695717
 【우편번호】 467-140
 【주소】 경기도 이천시 고당동 산 11 고당기숙사 101동 1008호
 【국적】 KR
 【심사청구】 청구
 【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 강성배 (인)
 【수수료】
 【기본출원료】 16 면 29,000 원
 【가산출원료】 0 면 0 원
 【우선권주장료】 0 건 0 원
 【심사청구료】 5 항 269,000 원
 【합계】 298,000 원
 【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 금속 배선의 형성 방법에 관해 개시한 것으로서, 하부 금속배선이 구비된 반도체 기판을 제공하는 단계와, 기판 위에 하부 금속배선의 소정 부위를 노출시키는 콘택을 가진 폴리머성 유전막 및 옥사이드막을 차례로 형성하는 단계와, 상기 구조에 리모우트 플라즈마 방식을 이용한 건식 세정 공정을 진행시켜 콘택에 의해 노출된 하부 금속배선 표면에 형성된 금속 옥사이드막을 제거하는 동시에 폴리머성 유전막의 측면에 보호막을 형성하는 단계와, 콘택 구조에 상부 금속배선용 금속막을 매립시키는 단계를 포함한다.

【대표도】

도 3b



【명세서】

【발명의 명칭】

금속 배선의 형성 방법{method for manufacturing metal line}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1c는 종래 기술에 따른 금속 배선의 형성 방법을 설명하기 위한 공정단면도.

도 2는 종래 기술에 따른 문제점을 설명하기 위한 SEM사진.

도 3a 내지 도 3c는 본 발명에 따른 금속 배선의 형성 방법을 설명하기 위한 공정단면도.

도 4는 마이크로 웨이브 방식을 적용하여 발생시킨 플라즈마에 의해 건식 세정 공정을 진행하는 과정을 설명하기 위한 공정단면도.

도 5는 알.에프 방식을 적용하여 발생시킨 플라즈마에 의해 건식 세정 공정을 진행하는 과정을 설명하기 위한 공정단면도.

도 6은 본 발명에 따른 공정 결과 SEM사진.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<7> 본 발명은 반도체소자의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 폴리머성 유전막에 금속 배선을 형성할 시에, 상기 폴리머성 유전막 손상에 따른 금속 매립 특성의 악화 현상을 방지할 수 있는 금속 배선의 형성 방법에 관한 것이다.

- <8> 반도체 소자의 고집적화에 따른 반도체 소자의 특성 저항 등이 큰 문제로 지적되면서 저 유전막 및 저저항 금속 배선의 집적 공정 기술 개발이 연구되고 있다. 이때, 저유전막으로서 탄소와 수소의 화합물에 산소가 첨가된 조성을 가진 폴리머 재료를 사용하며, 금속 배선으로서 텅스텐, 알루미늄 또는 구리 재료를 사용한다.
- <9> 도 1a 내지 도 1c는 종래 기술에 따른 금속 배선의 형성 방법을 설명하기 위한 공정단면도이다.
- <10> 종래 기술에 따른 금속 배선의 형성 방법은, 도 1a에 도시된 바와 같이, 먼저 하부 금속 배선(2)이 구비된 반도체기판(1)을 제공한다. 이어, 상기 기판 위에 폴리머성 유전막(3) 및 옥사이드막(4)을 차례로 형성하고 나서, 상기 옥사이드막(4) 위에 감광막을 도포하고 노광 및 현상하여 하부 금속배선(2)의 일부를 노출시키는 감광막 패턴(9)을 형성한다.
- <11> 이어, 도 1b에 도시된 바와 같이, 상기 감광막 패턴을 마스크로 하여 상기 옥사이드막 및 폴리머성 유전막을 건식 식각하여 하부 금속배선(2)의 일부를 노출시키는 콘택(h1)을 형성한다. 그런 다음, 상기 감광막 패턴을 제거한다.
- <12> 상기 건식 식각 공정 시, 콘택(h1)에 의해 노출된 하부 금속배선 표면에는 금속 옥사이드막(5)이 형성되며, 상기 금속 옥사이드막(5)은 후속 공정에서 하부 금속배선과 상부 금속 배선 간의 전기적 연결을 방해하는 역할을 한다. 따라서, 상기 식각 공정 후에, 알.에프.(R.F.) 스퍼터링 식각 공정을 실시하여 상기 금속 옥사이드막을 제거한다. 이때, 상기 스퍼터링 식각 공정은 아르곤(Ar) 이온을 이용하며, 상기 아르곤 이온은 운동 에너지를 가지고 콘택 측면 및 상부를 동시에 식각하게 된다.



- <13> 그런 다음, 도 1c에 도시된 바와 같이, 상기 콘택(h1) 구조 전면에 웨팅(wetting) 티타늄막(미도시) 및 알루미늄막(미도시)을 차례로 증착하여 하부 금속배선(2)과 전기적으로 연결되는 상부 금속배선(6)을 형성한다. 이때, 상기 티타늄막은 접착층으로서의 역할을 한다.
- 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】
- <14> 도 2는 종래 기술에 따른 문제점을 설명하기 위한 SEM사진이다.
- <15> 그러나, 종래의 기술에서는 상기 폴리머성 유전막은 일반적인 실리콘 옥사이드막과는 달리 알.에프.스퍼터링 식각 공정 시 손상되게 되며, 콘택 내 표면 거칠기가 증가하게 된다. 이러한 폴리머성 유전막 위에 상부 금속배선을 형성할 경우, 폴리머성 유전막의 표면 거칠기 영향을 받아 금속막의 표면 거칠기 또한 증가된다.
- <16> 특히, 콘택 내부에 상부 금속배선용 금속막 매립 공정 시, 균일하고 연속된 금속막을 초기에 형성시켜 주어 후속 증착 금속막의 매립 공정이 잘 이루어지도록 하는 것이 무엇보다도 중요하다. 하지만, 이처럼 상기 금속막의 표면 거칠기가 증가된 경우, 도 2에 도시된 바와 같이, 초기 증착 금속막이 불연속적으로 증착되어 금속막 매립 공정이 어려워지는 문제점이 있었다.
- <17> 이에 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 건식 식각 공정에 의해 손상된 폴리머성 유전막에 플라즈마 방식을 이용한 건식 세정 공정을 진행하여 상기 폴리머성 유전막 표면을 회복시켜 줌으로써, 후속으로 진행되는 금속막 매립 공정 시, 상기 금속막을 연속적으로 증착시켜 안정적인 매립 공정을 진행할 수 있는 금속 배선의 형성 방법을 제공함에 그 목적이 있다.



【발명의 구성 및 작용】

- <18> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 금속 배선의 형성 방법은 하부 금속배선이 구비된 반도체 기판을 제공하는 단계와, 기판 위에 하부 금속배선의 소정 부위를 노출시키는 콘택을 가진 폴리머성 유전막 및 옥사이드막을 차례로 형성하는 단계와, 상기 구조에 리모우트 플라즈마 방식을 이용하여 건식 세정 공정을 진행시켜 콘택에 의해 노출된 하부 금속배선 표면에 형성된 금속 옥사이드막을 제거하는 동시에 폴리머성 유전막의 측면에 보호막을 형성하는 단계와, 콘택 구조에 상부 금속배선용 금속막을 매립시키는 단계를 포함한 것을 특징으로 한다.
- <19> 상기 건식 세정 공정에서, 세정가스는 Ar가스, F기 및 N기를 포함한 가스를 이용하되, 상기 F기 및 N기를 포함한 가스는, 바람직하게는, NF₃/H₂/N₂, NF₃/He/O₂ 및 NF₃/He 중 어느 하나의 군 또는 이들의 조합으로 구성된다.
- <20> 또한, 상기 플라즈마는 마이크로웨이브 및 알.에프 중 어느 하나의 방식을 이용하여 발생시키며, 세정 온도는 18~500℃를 유지한다.
- <21> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <22> 도 3a 내지 도 3c는 본 발명에 따른 금속 배선의 형성 방법을 설명하기 위한 공정단면도이다.
- <23> 본 발명에 따른 금속 배선의 형성 방법은, 도 3a에 도시된 바와 같이, 하부 금속배선(21)이 구비된 반도체 기판(20)을 제공한다. 이어, 상기 기판 위에 폴리머성 유전막(22) 및 옥사이드막(23)을 차례로 형성한 다음, 상기 옥사이드막(23) 위에 하부 금속배선(21)의 일부분을 노출시키는 감광막 패턴(26)을 형성한다.

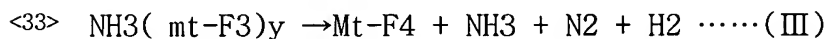
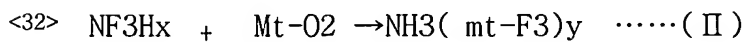
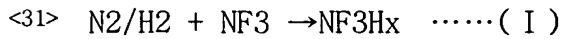


- <24> 그런 다음, 도 3b에 도시된 바와 같이, 상기 감광막 패턴을 마스크로 이용하여 상기 옥사이드막 및 폴리머성 유전막을 건식 식각하여 콘택(h2)을 형성하고 나서, 상기 감광막 패턴을 제거한다.
- <25> 이때, 상기 건식 식각 공정 시, 콘택(h2)에 의해 노출된 하부 금속배선(21) 표면에는 금속 옥사이드막(25)이 형성되며, 상기 금속 옥사이드막(25)은 후속 공정에서 하부 금속배선과 상부 금속 배선 간의 전기적 연결을 방해하는 역할을 한다. 또한, 상기 폴리머성 유전막은 일반적인 실리콘 옥사이드막과는 달리 스퍼터링 식각 공정 시 손상되게 되며, 콘택 내 표면 거칠기가 증가하게 된다.
- <26> 따라서, 상기 건식 식각 공정을 진행한 다음에, Ar가스, N기 및 F기를 포함한 세정 가스를 이용하여 플라즈마 방식의 건식 세정 공정을 진행시켜, 도 3c에 도시된 바와 같이, 상기 금속 옥사이드막을 제거하고, 이와 동시에 상기 표면 거칠기가 증가된 폴리머성 유전막 표면에 보호막(SiON)(25)을 형성한다. 이때, 상기 N기 및 F기를 포함한 세정가스는, 바람직하게는, NF₃/H₂/N₂, NF₃/He/2 및 NF₃/He 중 어느 하나의 군 또는 이들의 조합으로 구성된다.
- <27> 상기 플라즈마는 CCP(Capacitively Coupled Plasma) 또는 ICP(Inductively Coupled Plasma) 등의 알.에프(R.F.) 방식을 적용하여 발생시키며, 소오스 및 바이어스 파워를 조절하여 건식 세정과 플라즈마 처리 효과가 최적으로 진행되도록 DFE(Dual Frequency Etch) 방식을 사용한다. 또한, 상기 플라즈마 발생은 알.에프 외에 WHP(Wave Heated Plasma) 등의 마이크로 웨이브를 적용하여 발생시킬 수도 있다. 한편, 상기 플라즈마 방식의 건식 세정 공정에서, 세정 가스 중 F기는 금속 옥사이드막을 환원 반응에 의해 제거한다.
- <28> 도 4는 마이크로 웨이브 방식을 적용하여 발생시킨 플라즈마에 의해 건식 세정 공정을 진행하는 과정을 설명하기 위한 공정단면도이다.



<29> 세정 가스로 NF₃/H₂/N₂를 사용하는 경우를 예로 하여 설명하기로 한다.

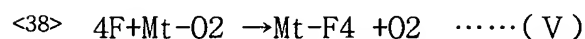
<30> 먼저, 도 4에 도시된 바와 같이, N₂/H₂ 및 NF₃가 반응함으로서, 하기의 (I)과 같이 NF₃H_x가 형성된다. 그런 다음, 상기 NF₃H_x는 콘택(h₂)에 의해 노출된 하부 금속배선 표면에 형성된 금속 옥사이드막(Mt-O₂)과 반응함으로서, 하기의 (II)와 같이 (NH₄)₂Mt-F₆ 형태의 반응부산물인 형성된다. 이 후, 상기 반응부산물은 열처리에 의해, 하기의 (III)과 같이 Mt-F₄, NH₃, N₂, H₂로 분해되어 금속 옥사이드막이 하부 금속배선(21) 표면으로부터 제거된다.



<34> 여기서, Mt는 금속을 의미하며, mt-O₂는 금속 옥사이드막을 의미한 것이다.

<35> 도 5는 알.에프 방식을 적용하여 발생시킨 플라즈마에 의해 건식 세정 공정을 진행하는 과정을 설명하기 위한 공정단면도이다. 여기에서, 세정 가스로 NF₃/H₂/N₂를 사용하는 경우를 예로 하여 설명하기로 한다.

<36> 먼저, 하기 (IV)식과 같이, NF₃가 NF₂ 및 F⁻로 분해되고, 하기 (V)식과 같이, 상기 F기가 금속 옥사이드막(Mt-O₂)과 화학 반응하여 Mt-F₄와 O₂가 형성된다. 이어, 하기 (VI)식과 같이, 상기 Mt-F₄와 O₂는 다시 화학 반응하여 3Mt-O₂ 형태의 반응부산물인 형성되며, 상기 반응부산물에 열처리를 실시하게 되면, 하기 (VII)식 처럼, Mt-F₄, N₂, O₂로 각각 분해되어 금속 옥사이드막이 하부 금속배선 표면으로부터 제거된다. (도 5 참조)





<39> $Mt-F4 + O_2 \rightarrow 3Mt-O_2 \dots\dots(VI)$

<40> $3Mt-O_2 + 4NF_3 \rightarrow 3Mt-F_4 \uparrow + 2N_2 \uparrow + 3O_2 \uparrow \dots\dots(VII)$

<41> 즉, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 F기는 금속 옥사이드막(Mt-O₂)과 반응하여 금속 옥사이드막을 제거한다.

<42> 한편, 상기 세정가스 중 N기는 폴리머성 유전막의 C-H 화합물 구조와 반응함으로써, 상기 폴리머성 유전막 표면에 C-H-N 화합물 구조를 가진 치밀한 SiON 화합물 재질의 보호막(25)이 형성된다.

<43> 이 후, 상기 콘택(h₂) 구조 전면에 티타늄 또는 알루미늄 등의 금속막을 증착하여 하부 금속 배선(21)과 전기적으로 연결되는 상부 금속배선(25)을 형성한다.

<44> 도 6은 본 발명에 따른 공정 결과 SEM사진이다.

<45> 본 발명에서는 플라즈마 건식 세정 공정을 실시한 후, 금속막 매립 공정을 진행하게 되면, 도 6에 도시된 바와 같이, 콘택에 의해 노출된 하부 금속배선에 금속 옥사이드막을 제거함과 동시에 손상된 폴리머성 유전막 측면에 보호막이 형성됨을 알 수있다. 따라서, 후속으로 진행되는 상부 금속배선용 금속막 증착 공정 시, 상기 금속막을 연속적으로 증착시켜 안정적인 매립 공정을 진행할 수 있다.

<46> 한편, 상기 폴리머성 유전막 대신 실리콘 옥사이드계의 유전막을 적용할 수도 있다.

<47> 본 발명에 따르면, 콘택 식각 공정 후 콘택 내측면의 폴리머성 유전막에 플라즈마 방식을 이용한 건식 세정 공정을 진행한다. 이때, 세정가스로는 NF₃가스에 N기가 포함된 N₂ 또는 NH₃가스를 첨가한 가스를 이용하고, 상기 세정 가스를 플라즈마 처리해 줌으로써, 콘택에 의해 노출된 하부 금속배선에 존재하는 금속 옥사이드막을 제거하는 동시에 폴리머성 유전막의 C-H 결합



을 갖는 표면에 C-H-N 결합을 갖는 보호막을 형성한다. 따라서, 기존의 스퍼터링 식각 시 발생되는 폴리머성 유전막의 손상없이 후속으로 증착되는 상부 금속배선용 금속막을 균일하게 형성시켜 준다.

【발명의 효과】

- <48> 이상에서와 같이, 본 발명은 콘택 식각 공정과 금속막 매립 공정 사이에 플라즈마 방식의 건식 세정 공정을 진행함으로써, 콘택에 의해 노출된 하부 금속배선에 존재하는 금속 옥사이드막을 제거할 뿐만 아니라 폴리머성 유전막 측면에 보호막을 형성한다. 따라서, 본 발명에서는 상기 보호막이 상기 식각 공정 시 손상된 폴리머성 유전막의 표면을 회복시켜 줌으로써, 폴리머성 유전막에서의 유기물이나 수분 등이 콘택 쪽으로의 아웃-개싱(out-gassing)을 막아주어 금속막 매립 특성을 향상시킨다.
- <49> 또한, 본 발명은 플라즈마로 여기된 F기에 의해 금속 옥사이드막을 환원 반응에 의해 제거함으로써, 아르곤 이온의 운동에너지에 의한 물리적 충격을 가하는 기존과 비교하여 콘택 측벽의 폴리머성 유전막에 직접적인 손상을 주지 않는다. 따라서, 후속으로 진행되는 금속막 매립 공정 시, 상기 금속막을 연속적으로 증착시켜 안정적인 금속막 매립 공정을 진행할 수 있다.
- <50> 한편, 본 발명은 디바이스의 고집적화에 따라, 높은 종횡비를 가진 구조나 콘택 사이즈가 작아져도 측면 프로파일의 변화없이 세정 가능하며, 스퍼터링되어 떨어져 나가는 물질이 없으므로 파티클 문제도 해결할 수 있다.
- <51> 기타, 본 발명은 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경하여 실시할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

하부 금속배선이 구비된 반도체 기판을 제공하는 단계와,

상기 기판 위에 상기 하부 금속배선의 소정 부위를 노출시키는 콘택을 가진 폴리머성 유전막 및 옥사이드막을 차례로 형성하는 단계와,

상기 구조에 리모우트 플라즈마 방식을 이용하여 건식 세정 공정을 진행시켜 상기 콘택에 의해 노출된 하부 금속배선 표면에 형성된 금속 옥사이드막을 제거하는 동시에 상기 폴리머성 유전막의 측면에 보호막을 형성하는 단계와,

상기 콘택 구조에 상부 금속배선용 금속막을 매립시키는 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 금속 배선의 형성 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 건식 세정 공정에서, 세정가스는 Ar가스, F기 및 N기를 포함한 가스를 이용하는 것을 특징으로 하는 금속 배선의 형성 방법.

【청구항 3】

제 2항에 있어서, 상기 세정가스는 $\text{NF}_3/\text{H}_2/\text{N}_2$, $\text{NF}_3/\text{He}/\text{O}_2$ 및 NF_3/He 중 어느 하나의 균 또는 이들의 조합으로 구성된 것을 특징으로 하는 금속 배선의 형성 방법.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 건식 세정 공정에서, 세정 온도는 $18\sim 500^\circ\text{C}$ 인 것을 특징으로 하는 금속 배선의 형성 방법.

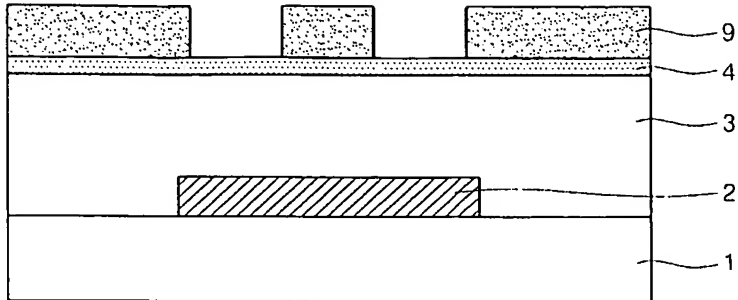


【청구항 5】

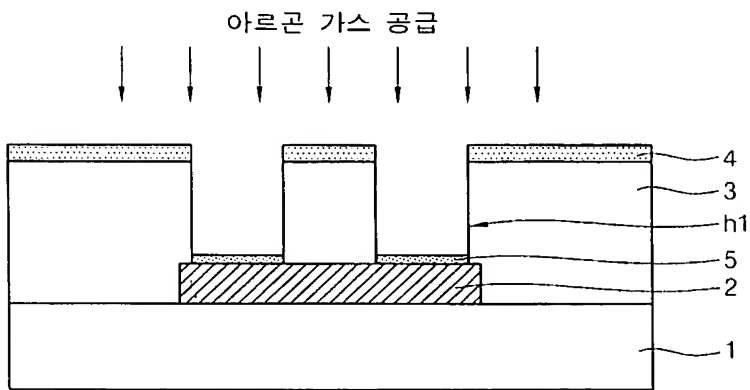
제 1항에 있어서, 상기 건식 세정 공정에서, 상기 플라즈마는 마이크로웨이브 및 알.에프.중 어느 하나의 방식을 이용하여 발생시킨 것을 특징으로 하는 금속 배선의 형성 방법.

【도면】

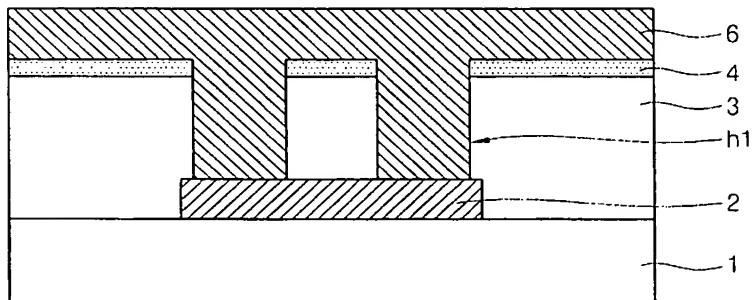
【도 1a】



【도 1b】



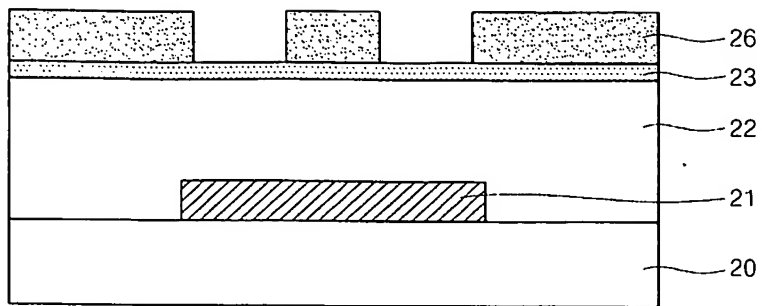
【도 1c】



【도 2】

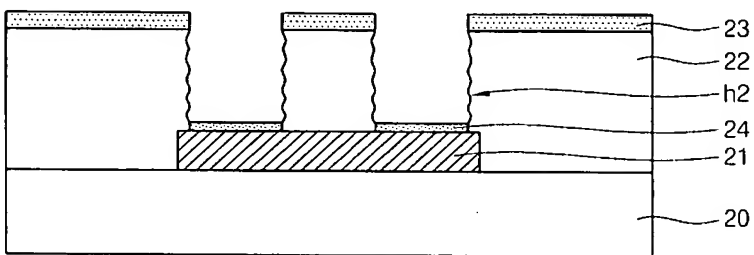


【도 3a】

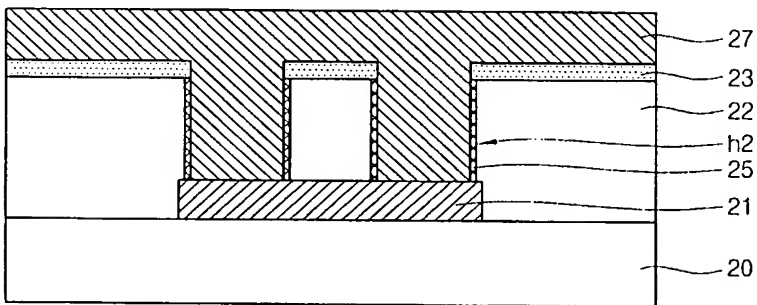


【도 3b】

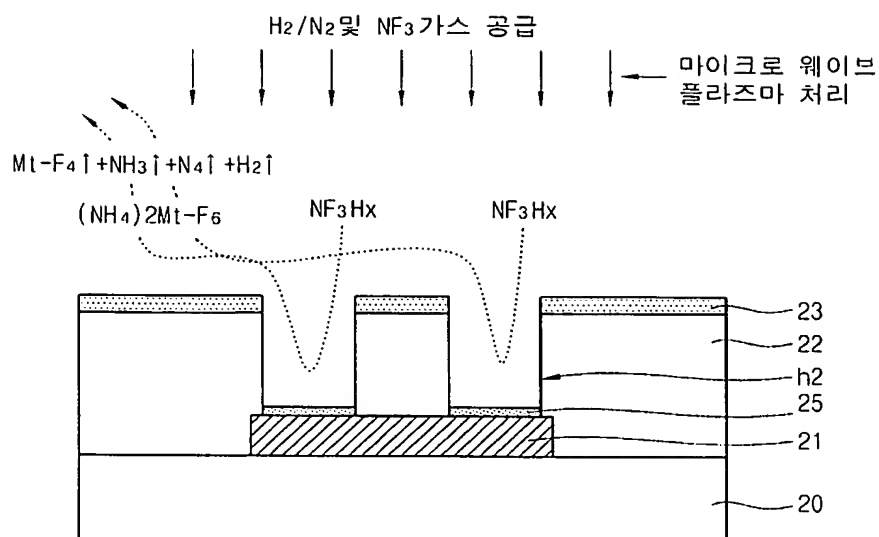
NF₃/H₂/N₂, NF₃/He/O₂ 또는 NF₃/He 가스 공급



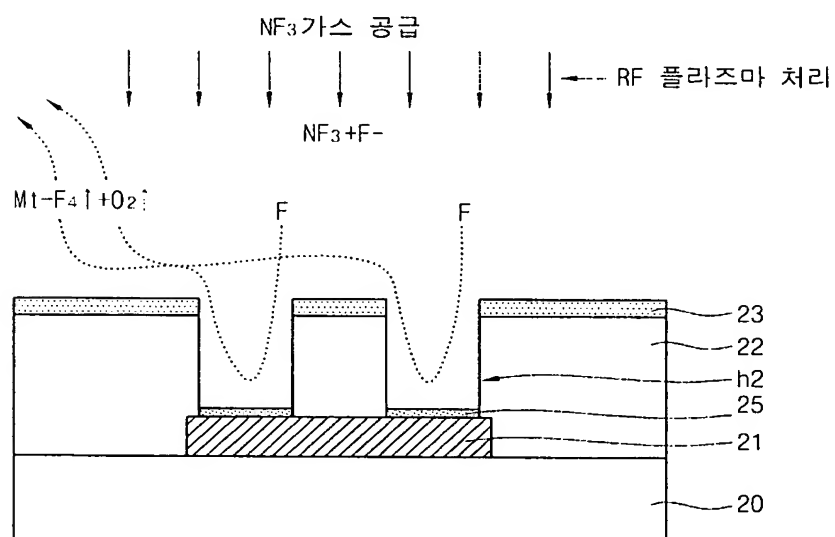
【도 3c】



【도 4】



【도 5】





1020030043860

출력 일자: 2003/10/23

【도 6】

